



Compensazione della corrente residua reattiva permanente

Tutorial



Gli interruttori differenziali

I dispositivi di protezione differenziali, RCD (Residual Current Device) o RCCB (Residual Current Circuit Breaker) per il mondo anglosassone, sono dispositivi introdotti alcuni decenni fa per ridurre i rischi di folgorazione e per identificare dispersioni anomale dell'impianto. Tali dispositivi sono in grado di interrompere un circuito in caso di contatti accidentali fase-terra o di dispersione dell'impianto elettrico verso terra (earth leakage) eventualmente attraverso un corpo umano.

I dispositivi di protezione differenziali (di seguito semplicemente 'dispositivi differenziali') sono utilizzati in campo civile, terziario e industriale e vengono installati per assicurare tre funzioni fondamentali:

- proteggere dalle correnti di guasto verso terra che possono essere causa di rischio d'incendio;
- proteggere le persone contro il rischio di un contatto indiretto;
- assicurare una protezione addizionale contro il rischio di un contatto diretto.

È detto differenziale perché basa il suo funzionamento sulla rilevazione della differenza di corrente tra il conduttore di fase e quello di neutro.

Gli interventi intempestivi

Un dispositivo differenziale deve, in qualunque momento, assicurare la protezione, in caso di dispersione, senza intervenire sotto l'azione di una corrente di dispersione transitoria che si dovesse presentare in assenza di un vero guasto d'isolamento. L'intervento è detto intempestivo quando si verifica in seguito a situazioni non pericolose per le persone e per i beni.

Gli interventi intempestivi deteriorano il comfort dell'ambiente, degradano la continuità di servizio e possono spingere l'utente a risolvere il problema eliminando del tutto il dispositivo oppure sostituendolo con dispositivi con soglia di intervento più alta riducendo così la sicurezza dell'impianto.

Gli interruttori differenziali sono, solitamente, molto sensibili alle correnti impulsive generate da numerose perturbazioni quali, ad esempio, fenomeni atmosferici o sbalzi della tensione di linea dovuti a rapide variazioni dei carichi.

Per limitare tali malfunzionamenti, sono stati immessi in commercio dispositivi differenziali parzialmente immuni alle correnti transitorie al fine di limitare, ma non risolvere, il fenomeno degli scatti intempestivi. Tale immunizzazione è ottenuta aumentando i tempi di intervento che diminuiscono, di conseguenza, il grado di sicurezza offerta dal dispositivo.

I dispositivi differenziali sono caratterizzati dalla loro corrente nominale di scatto $I\Delta n$. Questi intervengono, entro certi tempi normati, quando rilevano una corrente differenziale pari a $I\Delta n$ o superiore, ma possono essere attivati anche con correnti inferiori, nell'intervallo che va da $I\Delta n/2$ a $I\Delta n$ a causa della dispersione delle caratteristiche di intervento. L'esperienza insegna come la maggior parte dei dispositivi intervenga, normalmente, attorno a $3/4 I\Delta n$.

Le componenti della corrente differenziale e il margine di intervento

Negli impianti sono presenti capacità tra il conduttore di fase e la terra dovute alle capacità parassite dei conduttori (capacità tipica 100pF/m) ed ai condensatori di filtro presenti nella sezione di alimentazione dei dispositivi elettronici. Tali capacità introducono una corrente permanente alla frequenza di rete, tra il conduttore di fase e terra, di tipo reattivo capacitivo e una corrente impulsiva in caso di variazione della tensione di linea. In figura 1 è riportato lo schema tipico terra-terra (TT). Lo schema è suddiviso in tre sezioni: il generatore di cabina E, la linea rappresentata con le impedenze Zl,

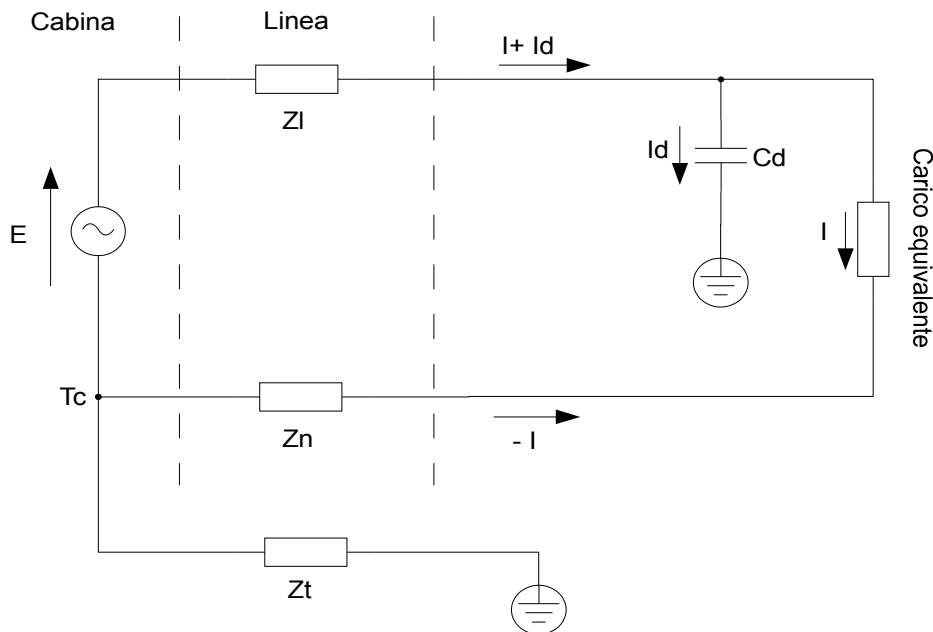


Figura 1

Zn e l'impianto utente. La capacità Cp tra fase e terra è la capacità equivalente relativa alle capacità parassite e alle capacità dei filtri anti-disturbo connessi all'impianto, mentre il carico equivalente rappresenta tutti i carichi connessi all'impianto. È stata omessa la capacità equivalente tra neutro e terra essendo trascurabile la corrente che la attraversa.

L'impedenza Zt rappresenta l'impedenza tra la terra locale (utente) e la connessione del neutro a terra (nodo Tc) presente in cabina.

Entrambi questi fenomeni concorrono a formare la corrente differenziale totale vista dall'interruttore differenziale e sono la causa principale degli scatti intempestivi. Allo stato attuale, i dispositivi cosiddetti immunizzati, tentano di limitare la reazione dell'interruttore rispetto alla sola componente impulsiva della corrente ma non a quella permanente.

La corrente differenziale presa in considerazione dall'interruttore è semplicemente la corrente efficace totale senza discriminazione delle sue componenti.

Si definisce margine di intervento la differenza tra la soglia effettiva di intervento e la corrente permanente.

Le correnti differenziali di tipo reattivo, dovute alla capacità sopra descritta, riducono il margine di intervento pur non essendo causate da una situazione di guasto. Tale riduzione comporta evidentemente un aumento della probabilità di scatto intempestivo.

In figura 2 è rappresentata, sul piano complesso, la riduzione del margine di intervento in presenza di una corrente differenziale permanente di tipo capacitivo.

Per mantenere un ragionevole margine di intervento, al fine di evitare scatti intempestivi, è regola di uso comune mantenere le correnti di dispersione permanenti sotto il 30% della soglia nominale di intervento ($I\Delta n$). In caso contrario basterebbe una piccola sovratensione o picco di corrente per

provocarne lo scatto intempestivo. In presenza di sovratensioni di rete, infatti, si determinano correnti transitorie da e verso le capacità parassite dell'impianto, inevitabilmente rilevate dal dispositivo differenziale.

Per limitare gli interventi intempestivi è generalmente opportuno:

- suddividere i circuiti per evitare che un numero elevato di utilizzatori connessi a valle di ciascun differenziale possa introdurre una corrente superiore al 30% di $I\Delta n$;
- utilizzare dispositivi parzialmente immunizzati ai transitori che possono mitigare il problema.

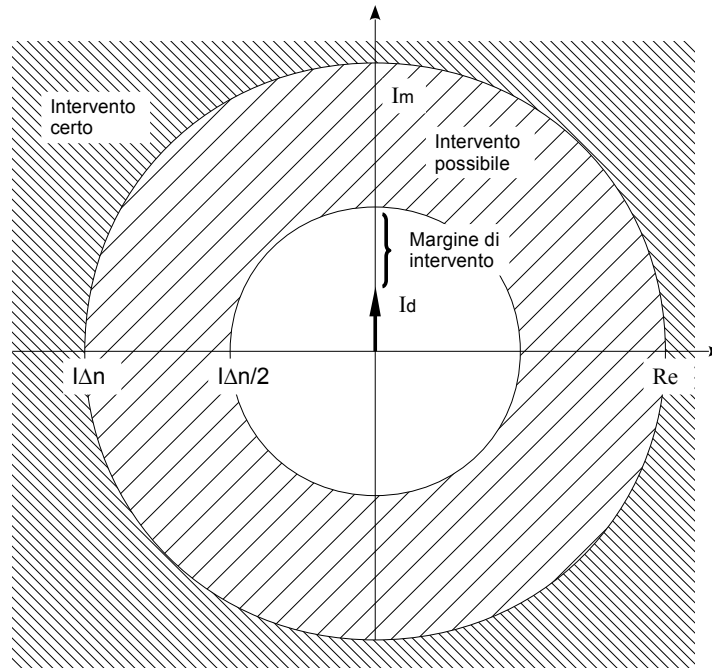


Figura 2

Come funziona B-Stop

Nella precedente descrizione abbiamo osservato come le correnti di dispersione permanenti, dovute in larga parte ai filtri anti-disturbo presenti nei dispositivi elettronici, costituiscano un problema poiché riducono il margine di intervento degli interruttori differenziali aumentando la probabilità di fastidiosi scatti intempestivi. Inoltre, tali filtri, generano correnti di dispersione impulsive in caso di brusche variazioni della tensione di alimentazione determinando la causa scatenante per l'intervento del dispositivo differenziale.

Gli interruttori differenziali reagiscono ogni qual volta la corrente differenziale efficace supera la soglia di scatto. Tale corrente può essere scomposta nelle sue componenti attiva e reattiva cioè in fase e in quadratura con la tensione. Le correnti di tipo reattivo non sono imputabili a problemi di isolamento dei conduttori o dei carichi. In caso di guasto o di contatto (diretto o indiretto) si osserva una corrente di tipo resistivo in fase con la tensione di rete.

Il dispositivo B-stop è un tripolo fase-neutro-terra che genera una corrente verso il conduttore di terra di tipo reattivo "anti-capacitivo" in grado di compensare parzialmente la corrente differenziale capacitiva sopradescritta. Tale compensazione permette di aumentare il margine di intervento rendendo meno probabili e spesso eliminando gli scatti intempestivi degli interruttori differenziali.